

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月20日
Date of Application:

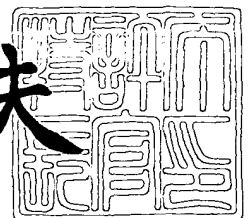
出願番号 特願2002-336588
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-336588]

出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2003年 8月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3062667

【書類名】 特許願

【整理番号】 1021693

【提出日】 平成14年11月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 大野 智輝

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 伊藤 茂稔

【特許出願人】

【識別番号】 000005049

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100083703

【弁理士】

【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】

【識別番号】 100096781

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】

【識別番号】 100098316

【弁理士】

【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208500

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 窒化物半導体発光素子およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Al と Ga とを含有する窒化物半導体からなる下部クラッド層と、In と Ga とを主に含有する窒化物半導体からなる下部ガイド層と、In と Ga とを主に含有する窒化物半導体を含む活性層とを基板上に順次設けてなる窒化物半導体発光素子であって、前記下部ガイド層が、前記活性層から順に第 1 の層と、該第 1 の層よりも In の含有率が高い第 2 の層とを有することを特徴とする窒化物半導体発光素子。

【請求項 2】 前記第 2 の層から、前記活性層における基板側の井戸層までの距離 L_1 が、

$$L_1 \geq 20 \text{ nm}$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 3】 前記活性層は、量子井戸活性層であり、前記第 2 の層の In の含有率を $I_n(x)_2$ とし、前記活性層における井戸層の In の含有率を $I_n(x)_0$ とするとき、

$$I_n(x)_2 - 0.10 \leq I_n(x)_0 \leq I_n(x)_2 + 0.10$$

であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 4】 前記第 1 の層の In の含有率が、前記活性層における井戸層の In の含有率よりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 5】 前記下部ガイド層は、前記活性層から順に、第 1 の層と、第 2 の層と、該第 2 の層よりも In の含有率が小さい第 3 の層とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 6】 前記第 3 の層は、該第 3 の層よりも In の含有率が高い第 4 の層を有することを特徴とする請求項 5 に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 7】 前記第 2 の層は、多重量子井戸層であり、前記第 2 の層における井戸層の In の含有率を $I_n(x)_2$ とし、前記活性層における井戸層の In の含有率を $I_n(x)_0$ とするとき、

$$I n(x)2^{-0.10} \leq I n(x)0 \leq I n(x)2^{+0.10}$$

であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 8】 前記活性層上に該活性層に隣接して、I n と G a を主に含有する窒化物半導体からなる第 5 の層を有することを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項 9】 前記下部ガイド層の成長開始から前記活性層の成長開始までの成長温度の変化 ΔT が、

$$\Delta T \leq 80^{\circ}\text{C}$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体発光素子の製造方法。

【請求項 10】 前記下部ガイド層の成長開始から前記活性層の成長開始までの各層の成長温度が 830°C 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の窒化物半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、活性層の発光効率を改善した窒化物半導体発光素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

窒化物半導体発光素子は、発振波長が 400 nm 前後であり、光ディスクシステム用として開発が進められている。また、高出力まで耐久性があるため、ハイパワー光源やパルス発振器など応用分野は広く検討されている。様々な用途に用いるにあたって、発振閾値の低減が重要な問題点であり、基板の改善やエピタキシャル成長技術、多重量子井戸活性層など様々な改良が行なわれている。従来の改良された窒化物半導体発光素子の構造を図 14 に示す（特許文献 1 参照）。

【0003】

図 14 に示すとおり、この発光素子は、サファイア基板 451 上に、バッファ層 452、n 型コンタクト層 453、第 2 の n 型クラッド層 454、第 1 の n 型クラッド層 455、活性層 456、第 1 の p 型クラッド層 457、第 2 の p 型ク

ラッド層 458、p 型コンタクト層 459 を順次積層したものである。In と Ga を含有する窒化物半導体からなる第 1 の n 型クラッド層 455 あるいは第 1 の p 型クラッド層 457 を設けることによって、活性層 456 の結晶性を改善し、発光効率を高めている。

【0004】

しかしながら、先例に従った窒化物半導体発光素子を発振閾値以下で動作させて、数 μm のスポットサイズでウェハ裏面から発光スペクトルを観察したところ、いくつかの特徴が見られる。レーザ共振器内のスポット位置を変えて測定すると、最大強度が得られる波長がばらつき、発光スペクトルの半値全幅が広がったり、440 nm 以上の長波長領域にサブピークが見られることが多い。このような窒化物半導体発光素子は、単峰的かつ半値全幅の狭い発光スペクトルを有する窒化物半導体発光素子と比較して、誘導放出確率が低いため、発振閾値が高い。

【0005】

また、先例に従った In と Ga とを含有する窒化物半導体からなる n ガイド層を設ける発光素子も既に開示されており、Ga N あるいは Al Ga N からなる層上に In Ga N からなる活性層を設ける場合に見られた、結晶性の悪化を抑制している（特許文献 1、特許文献 2 および特許文献 3 参照）。しかしながら、本研究者により詳細に検討した結果、これらの構造では効果が十分とは言えない。

【0006】

【特許文献 1】

特開平 8-228025 号公報

【0007】

【特許文献 2】

特開平 9-266327 号公報

【0008】

【特許文献 3】

特開平 11-330614 号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、レーザの中心波長における発光効率を改善することで、発振閾値の低減および歩留りの改善を図ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の窒化物半導体発光素子は、AlとGaとを含有する窒化物半導体からなる下部クラッド層と、InとGaとを主に含有する窒化物半導体からなる下部ガイド層と、InとGaとを主に含有する窒化物半導体を含む活性層とを基板上に順次設け、下部ガイド層が、活性層から順に第1の層と、第1の層よりもInの含有率が高い第2の層とを有することを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の窒化物半導体発光素子は、下部クラッド層と活性層の間に積層する下部ガイド層が、活性層から順に第1の層と、第1の層よりもInの含有率が高い第2の層とを有することを特徴とする。活性層の下層の構造を検討した結果、n-クラッド層と活性層の間に、InとGaとを主に含む窒化物半導体からなる下部ガイド層を設け、下部ガイド層には、活性層から順に第1の層および第2の層があって、第2の層のInの含有率が、活性層における井戸層のInの含有率とほぼ等しくすることにより、活性層からの発光スペクトルは単峰的かつ半値全幅が狭くなり、発振閾値が低くすることができる。第2の層は、n型不純物を添加してあってもよく、不純物を添加しなくてもよい。

【0012】

第2の層が活性層に非常に近い場合、p型電極およびn型電極から注入されたキャリアの一部が第2の層で再結合されるため、第2の層も発光層として機能する。また、活性層の実質的なバンドギャップと第2の層の実質的なバンドギャップが異なる場合には、どちらか一方の誘導放出確率が低下する。バンドギャップがほぼ同じであっても、第2の層は下地の影響により発光効率が低く、また、発光層の体積が増加するため、発振閾値電流が上がる。このように第2の層は、p型電極から注入されたホールが流入しないように、活性層における基板側の井戸層までの距離を20nm以上としておくことが望ましい。

【0013】

活性層は In と Ga を主に含有し、エピタキシャル成長温度はおおよそ 650℃ から 850℃ 程度であり、一般的に活性層に隣接する層は Al と Ga、あるいは Ga を主に含有する窒化物半導体からなり、エピタキシャル成長温度は 900℃ 以上であることが多く、本発明においても 1075℃ で実施している。なお、本明細書に記載する「主に含有している」は、記載された原料が少なくとも 99% 含まれていることを意味し、添加される不純物が異なってもよい。たとえば、活性層に 1% 以下の Al が混在してあってもよいという意味である。また、活性層とは、発光に直接寄与している層を指す。量子井戸では電子の広がりを考慮した層を指すこともあるが、特に記載しない限り井戸層のみであっても障壁層をも含んでいてもよい。また、いくつかの量子井戸によって形成される多重量子井戸では、両端に位置する井戸層から井戸層までであっても、障壁層から障壁層までであってもよい。

【0014】

活性層が良好な発光特性を有するためには、Ga、あるいは Al と Ga を主に含有する窒化物半導体からなる層と In と Ga を主に含有する窒化物半導体からなる活性層の格子定数の違いから、活性層に生じる歪み、および活性層成長後の温度変化、熱履歴による影響を削減する必要がある。活性層の歪み削減には、活性層下部にバッファの役目をする下部ガイド層を設け、下部ガイド層は、In と Ga を主に含有する窒化物半導体からなる層とし、下部ガイド層には、活性層における井戸層の In の含有率に近い第 2 の層を設ける必要がある。活性層成長後には、Al と Ga を主に含有する窒化物半導体からなるキャリアブロック層 (Al の含有率は 0.15 以上、望ましくは 0.2 以上) があって、Ga を主に含有する p 型ガイド層、Al と Ga を主に含有する p 型クラッド層、および Ga を主に含有する窒化物半導体からなる p 型コンタクト層が設けられる。これらの層は 900℃ 以上でエピタキシャル成長されることが多いため、少なからず活性層の状態に変化を与える。

【0015】

ところで、活性層などの In を含有する窒化物層では、In がエネルギー的に安

定な偏析された状態になりやすく、活性層成長速度を適当にして層内での In の拡散を制御し、成長中に中断を用いて積極的に偏析を調整したりすることができる。一方、活性層成長後の温度変化も活性層の In の偏析状態を変化させるため、特に成長温度を激しく上下させるような工程は、活性層の特性を維持するのが困難になるばかりでなく、悪化させる。

【0016】

たとえば、キャリアブロック層成長後、p 型の In と Ga を主に含有するガイド層であって、成長温度を 650℃以上 850℃以下で設ける場合、活性層成長後に少なくとも 1 回の降温および昇温過程が生じる。製造される窒化物半導体発光素子は活性層を安定に成長することが非常に難しく、発振波長がロット間、同一ウェハ内ではばらつき、歩留りが低下しやすい。このように活性層成長後の昇温工程後に、低温成長プロセス、特に 830℃以下で成長する層を設けないことが望ましく、設ける場合には、少なくとも活性層と 100 nm 程度離間する必要がある。よって、本明細書では、n 層のみに In と Ga を主に含有する窒化物半導体からなる下部ガイド層を設ける非対称ガイド層構造を配している。光子分布の偏りが生じる場合には活性層とキャリアブロック層の間に In と Ga を主に含有する窒化物半導体からなる層を設けることが効果的である。

【0017】

GaN 基板上に Al と Ga を主に含有する窒化物半導体からなる n 型クラッド層があって、さらに Ga を主に含有する窒化物半導体からなる n 型ガイド層が数十 nm 積層され、（ただし、かかる n 型ガイド層は省略してあってもよい。）、その後、成長温度を 730℃程度に降温してから、In と Ga を主に含有する窒化物層を含む第 2 の層を設ける。第 2 の層の成長温度は 650℃から 830℃程度が望ましい。ここで基板は GaN に限定されるものではなく、サファイア、SiC、GaAs、Si、ZrB₂などであってもよい。ただし、これらの基板であれば、それぞれ n 型クラッド層下部に適切な窒化物層が挿入される。

【0018】

第 2 の層の成長後、830℃以下の成長温度で第 1 の層を積層する。第 1 の層は、In と Ga を主に含有する窒化物半導体である。下部ガイド層の成長開始か

ら活性層の成長開始までの過程における成長温度は830℃以下とし、また、成長温度の変化は80℃以下とする。これによって、基板および活性層下部のAlとGaを主に含有する窒化物半導体層、あるいはGaを主に含有する層から活性層が受けている歪みを緩和することができる。特に第2の層はInの含有率が活性層とほぼ同様であって、第2の層の成長後に積層される活性層は歪みの少ない条件で成長できる。内部ロスの増加が抑えられるため、第2の層はレーザ光をほとんど吸収しないことが望ましいが、レーザ光を吸収する程度に第2の層の実質的なバンドギャップが小さくても、第2の層のキャリア寿命が活性層とほぼ同様であるか、十分長ければ、半導体発光素子がレーザ発振するに伴い、速やかに吸収特性が飽和するために、発振閾値、あるいは実用域の低出力における電流値の上昇は無視することができる。これにより製造された窒化物半導体発光素子を閾値以下で動作させたときの発光スペクトルは単峰的であって、半値全幅は狭くなり、発光効率が向上する。

【0019】

第1の層はSiなどのn型不純物を添加してあっても、不純物を添加してなくてもよいが、第2の層と活性層を少なくとも20nm以上離すのが望ましい。間隔は、第2の層における最上部の井戸層の層上部から、活性層における最下部の井戸層の最下部までの距離を指す。なお、第1の層、第2の層ともに成長中断を数nm～数10nmの間隔で行なっても良い。これにより成長時のモホロジーが改善されるために良好な活性層の成長が可能になる。なお、活性層の井戸層数や井戸幅に関わらず本発明の効果がある。

【0020】

実施の形態1

窒化物半導体発光素子において、下部クラッド層と活性層の間に下部ガイド層を設け、下部ガイド層が、第1の層と第2の層とを有することにより、電流注入時の発光効率を改善することができる。図1(a)は、実施の形態1で製造する半導体発光素子の共振器方向から見た断面図である。この発光素子は、n型電極1、n-GaN基板2、n-GaN層3、n-AlGaNクラッド層4、n-GaNガイド層5、n-InGaN第3の層6、n-InGaN第2の層7、n-

InGaN第1の層8、n-InGaN活性層9、p-AlGaNCyリアブロック層10、p-GaNガイド層11、p-AlGaNCラッド層12、p-GaNコンタクト層13、絶縁層14およびp型電極15からなる。n-InGaNC活性層9は、障壁層と井戸層からなり、多重量子井戸(MQW)構造である。図1(b)は、実施の形態1で製造する発光素子の各層のエネルギーレベルを示す模式図である。第3の層6と第1の層8のInの含有率は等しくしている。

【0021】

本明細書で記載しているエピタキシャル成長法とは、基板上に結晶膜を成長する方法であって、VPE(気相エピタキシャル)法、CVD(化学気相デポジション)法、MOVPE(有機金属気相エピタキシャル)法、MOCVD(有機金属化学気相デポジション)法、Halide-VPE(ハロゲン化学気相エピタキシャル)法、MBE(分子線エピタキシャル)法、MOMBE(有機金属分子線エピタキシャル)法、GSMBE(ガス原料分子線エピタキシャル)法、CBE(化学ビームエピタキシャル)法を含む。

【0022】

第2の層のInの含有率を変更して自然放出光の半値全幅の変化をSIMSにより調べたところ(図3)、活性層が量子井戸層であるときは、第2の層のInの含有率 $In(x)_2$ が、活性層における井戸層のIn含有率 $In(x)_0$ と比較して下記の範囲内にあれば、半値全幅が狭くなり、発光効率が向上するので望ましい。

$$In(x)_2 - 0.10 \leq In(x)_0 \leq In(x)_2 + 0.10$$

実施の形態1における第2の層の層厚 d_2 は、活性層における井戸層の層厚 d_0 と同様になっている。PL(フォトルミネッセンス)測定により第2の層からの発光スペクトルと活性層からの発光スペクトルを比較すると、ほぼ同様のときに最も半値全幅が狭くなる。したがって、活性層の特性向上に効果が見られる条件は、活性層の実質的なバンドギャップを E_{g0} とし、第2の層の実質的なバンドギャップを E_{g2} とするとき、

$$E_{g0} - 0.35 \text{ eV} \leq E_{g2}$$

であり、第2の層がレーザ光をほとんど吸収しないことがより望ましいため、

$$E_{g0} - 0.05 \text{ eV} \leq E_{g2}$$

であればより望ましい。

【0023】

第2の層の位置については、第2の層の最上部（p型電極側）から活性層の最下部（n型電極側の井戸層の最下部）までの距離を L_1 とすると、

$$L_1 < 20 \text{ nm}$$

のとき、電流注入時に第2の層からの自然放出光（EL：エレクトロルミネッセンス）が観測される。通常、n-InGa_N第1の層8においてはホール移動度は低いが、上記範囲ではホールが第2の層7に注入されてしまうようであり、発振閾値が上昇する。よって、 L_1 は、

$$L_1 \geq 20 \text{ nm}$$

が望ましい。一方、第2の層と活性層の間隔を広くしていくと、自然放出光の半値全幅が大きくなり、活性層の結晶性が悪化する。よって、

$$L_1 \leq 500 \text{ nm}$$

であることが望ましい。

【0024】

n-InGa_N第3の層6およびn-InGa_N第1の層8の成長温度について検討する。ここで言う成長温度とは、成長時のウェハの温度を指す。第2の層7および活性層9の成長温度を固定して、n-InGa_N第3の層6およびn-InGa_N第1の層8の成長温度を変更したところ、第3の層の成長開始から第1の層の成長終了まで、すなわち、下部ガイド層の成長開始から活性層の成長開始までの成長温度の変化 ΔT が、

$$\Delta T > 80^\circ\text{C}$$

になると、自然放出光の半値全幅が増大し、図5に示すように440 nm以上に発光成分がみられ、発光強度が低下する。この成分は活性層のバンドテールか、In含有率の揺らぎの影響と考えている。よって、

$$\Delta T \leq 80^\circ\text{C}$$

とする必要がある。

【0025】

第2の層7および活性層9の成長温度を高くすると、上記温度差の範囲内でも

自然放出光の半値幅が増大することがわかる。したがって、 $n\text{-InGa}N$ 下部ガイド層の成長開始から活性層の成長開始までの各層のすべての成長温度 T は、 $T \leq 830^\circ\text{C}$ とする必要がある。

【0026】

第2の層7の層厚 d_2 を検討したところ、上記条件に適合していれば、本明細書の効果が期待できる。具体的な第2の層の層厚 d_2 は、第2の層が単一量子井戸であれば、 $0.5\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$ が望ましい。第2の層の層厚が 0.5 nm 未満になると、 In の原子半径が Ga および N よりも大きいため、層状に形成されにくくなり、上記の効果を期待し難い。一方、 20 nm よりも厚くなると、 In の含有率が活性層とほぼ同様であれば、実質的なバンドギャップが小さくなるために内部ロス $\alpha_i [\text{cm}^{-1}]$ の増加が著しく、内部ロス $\alpha_i [\text{cm}^{-1}]$ の増加を抑えるために、 In の含有率が小さくなり、本発明における効果が小さくなる。

【0027】

第3の層6について検討する。第3の層6を省くと、窒化物半導体発光素子の内部ロス $\alpha_i [\text{cm}^{-1}]$ が増加する。 $n\text{-Ga}N$ ガイド層5と第2の層7の界面で吸収が生じていると考えられる。このように In の含有率が大きい第2の層と $n\text{-Ga}N$ ガイド層5を隣接させると、格子不整合が大きく、界面に結晶性の悪い領域が形成されるためと考えられる。よって、第2の層7よりも In の含有率が小さい第3の層8がある方が望ましい。一方、第3の層の層厚 d_3 の上限は、活性層の閉じ込め係数や垂直横モードにより規定されるべきパラメータであり、本明細書で述べる効果からは規定されない。ここでいう下部ガイド層とは、 $n\text{-Ga}N$ ガイド層5（ $n\text{-Ga}N$ ガイド層がない場合は $n\text{-AlGa}N$ クラッド層4）と活性層9の間に挟まれた層をいい、 In と Ga を主に含有する窒化物層であって、第3の層6、第2の層7および第1の層8を含む。ただし、第3の層6が省かれている場合には、第2の層7および第1の層8を含む。

【0028】

$n\text{-AlGa}N$ クラッド層4など、 n -ガイド層と基板との間の層構造が変わっても本明細書の効果は期待できる。また、 $n\text{-InGa}N$ 第3の層6および n

—InGa_N第1の層8からInを除いた場合でも、n-InGa_N第2の層7により自然放出光の半値全幅、発光効率の向上が期待できるが、本発明の発光素子よりは効果が小さい。一方、実施の形態1ではGa_N基板を用いているが、サファイア、SiC、GaAs、Si、ZrB₂などの基板であっても、その効果は期待できる。通常、これらの基板を用いる場合には、基板上にバッファ層があり、その上にAlとGaとを含有するn型窒化物層を設ける。

【0029】

本発明における窒化物半導体発光素子は、リッジ構造を有する。本構造では、リッジ部による電流狭窄と、作りつけの屈折率差により、屈折率導波路構造をなしている。しかしながら、本発明の効果はリッジ構造に限ったものではなく、ストライプ電極による利得導波路構造であったり、リッジ構造の絶縁層がAlとGa、あるいはGaを主に含有する層からなる同一屈折率の埋め込み構造であったり、ブロック構造であってもよく、公知の半導体発光素子の光閉じ込め技術を適用することができる。ただし、第2の層の光閉じ込め係数が変化しないように各層の層厚を若干調整する必要があるが、実施形態1で特に層厚を規定した層、すなわち、第1の層8、第2の層7および第3の層6に関しては前述の範囲に従う。

【0030】

実施の形態2

実施の形態1における第2の層を多重量子井戸構造にすると、窒化物半導体発光素子は、閾値以下で動作させたときの自然放出光のスペクトルが単峰的であって、半値全幅が狭く、発光効率の改善が見られるので望ましい。図6は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、基板上に、n-AlGa_Nクラッド層604、n-Ga_Nガイド層605、n-InGa_N第3の層606、n-InGa_N第2の層607、n-InGa_N第1の層608、n-InGa_N活性層609、p-AlGa_Nキャリアブロック層610、p-Ga_Nガイド層611、p-AlGa_Nクラッド層612が形成されている。

【0031】

多重量子井戸からなる第2の層607における井戸層のInの含有率を $I_n(x)_{2'}$ とし、活性層609における井戸層のInの含有率を $I_n(x)_0$ とすると、

$$I_n(x)_{2'} - 0.10 \leq I_n(x)_0 \leq I_n(x)_{2'} + 0.10$$

であれば、本明細書の効果が期待できるので望ましい。また、第2の層607の実質的なバンドギャップ $E_{g2'}$ とし、活性層609の実質的なバンドギャップを E_{g0} とすると、

$$E_{g0} - 0.35 \text{ eV} \leq E_{g2'}$$

が望ましく、第2の層がレーザ光をほとんど吸収しない方がより望ましいため、

$$E_{g0} - 0.05 \text{ eV} \leq E_{g2'}$$

がより望ましい。

【0032】

第1の層608のバンドギャップを E_{g1} 、第3の層606のバンドギャップを E_{g3} とすると、

$$E_{g1} > E_{g2'}$$

$$E_{g3} > E_{g2'}$$

が望ましく、多重量子井戸からなる第2の層607の最上部（p型電極側）から活性層の最下部（n型電極側の井戸層の端）までの距離を $L_{1'}$ とすれば、

$$20 \text{ nm} \leq L_{1'} \leq 500 \text{ nm}$$

が望ましい。

【0033】

一方、多重量子井戸からなる第2の層のひとつの井戸層の層厚 $d_{2'}$ を検討したところ、

$$0.5 \text{ nm} \leq d_{2'} \leq 20 \text{ nm}$$

が望ましい。前述のようにInの原子半径がGaおよびNよりも大きいために、層状に形成しにくいことによるものである。

【0034】

実施の形態3

実施の形態3では、実施の形態1におけるn-GaNガイド層を省略した構造について検討する。図7(a)は、半導体発光素子を共振器方向から見たときの

断面図である。また、図 7 (b) は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、n 型電極 701、n-GaN 基板 702、n-GaN 層 703、n-AlGaIn クラッド層 704、n-InGaIn 第 3 の層 706、n-InGaIn 第 2 の層 707、n-InGaIn 第 1 の層 708、n-InGaIn 活性層 709、p-AlGaIn キャリアブロック層 710、p-GaN ガイド層 711、p-AlGaIn クラッド層 712、p-GaN コンタクト層 713、絶縁層 714 および p 型電極 715 からなる。

【0035】

実施の形態 1 における n-GaN ガイド層の膜厚を変更すると、活性層の光閉じ込め係数が変化する。第 3 の層、第 2 の層、第 1 の層は n 側の光ガイド層としても機能するため、n-GaN ガイド層がなくても伝播光は活性層の周りに閉じ込められる。特に、第 1 の層から第 3 の層が厚い場合には、n-GaN ガイド層を設けない方が、活性層の閉じ込め係数を高くすることができ望ましい。このように製造された窒化物半導体発光素子は、閾値以下で動作させたときの自然放出光スペクトルが単峰的であって、発光効率が改善する。

【0036】

実施の形態 4

実施の形態 4 では、実施の形態 1 における n-InGaIn 第 1 の層の In の含有率を変更した構造について検討する。図 8 (a) は、n-InGaIn 第 1 の層の In の含有率を下げた半導体発光素子を、共振器方向から見た断面図である。図 8 (b) は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、n 型電極 801、n-GaN 基板 802、n-GaN 層 803、n-AlGaIn クラッド層 804、n-GaN ガイド層 805、n-InGaIn 第 3 の層 806、n-InGaIn 第 2 の層 807、n-InGaIn 第 1 の層 808、n-InGaIn 活性層 809、p-AlGaIn キャリアブロック層 810、p-GaN ガイド層 811、p-AlGaIn クラッド層 812、p-GaN コンタクト層 813、絶縁層 814 および p 型電極 815 からなる。

【0037】

図 9 (a) は、n-InGaIn 第 1 の層の In の含有率を上げた半導体発光素

子を、共振器方向から見た断面図である。図9 (b) は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、n型電極901、n-GaN基板902、n-GaN層903、n-AlGaNクラッド層904、n-GaNガイド層905、n-InGaN第3の層906、n-InGaN第2の層907、n-InGaN第1の層908、n-InGaN活性層909、p-AlGaNキャリアブロック層910、p-GaNガイド層911、p-AlGaNクラッド層912、p-GaNコンタクト層913、絶縁層914およびp型電極915からなる。

【0038】

図10 (a) は、n-InGaN第1の層のInの含有率が単一ではなく、Inの含有率が異なる領域が2つ以上ある半導体発光素子を、共振器方向から見た断面図である。図10 (b) は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、n型電極101、n-GaN基板102、n-GaN層103、n-AlGaNクラッド層104、n-GaNガイド層105、n-InGaN第3の層106、n-InGaN第2の層107、n-InGaN第1の層108、n-InGaN活性層109、p-AlGaNキャリアブロック層110、p-GaNガイド層111、p-AlGaNクラッド層112、p-GaNコンタクト層113、絶縁層114およびp型電極115からなる。

【0039】

図11 (a) は、n-InGaN第1の層のInの含有率が連続的に変化している半導体発光素子を、共振器方向から見た断面図である。図11 (b) は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、n型電極151、n-GaN基板152、n-GaN層153、n-AlGaNクラッド層154、n-GaNガイド層155、n-InGaN第3の層156、n-InGaN第2の層157、n-InGaN第1の層158、n-InGaN活性層159、p-AlGaNキャリアブロック層160、p-GaNガイド層161、p-AlGaNクラッド層162、p-GaNコンタクト層163、絶縁層164およびp型電極165からなる。

【0040】

第1の層の実質的なバンドギャップを E_{g1} とし、活性層の実質的なバンドギャップを E_{g0} とすると、活性層におけるキャリア閉じ込め効果を得るため、 $E_{g0} < E_{g1}$ が望ましい。また、第1の層のInの含有率を $I_{n(x)1}$ とし、活性層における障壁層のInの含有率 $I_{n(x)0}$ とすると、 $I_{n(x)0} - 0.02 \leq I_{n(x)1} \leq I_{n(x)0} + 0.02$
 $0 \leq I_{n(x)1}$ が望ましい。

【0041】

このように製造された窒化物半導体発光素子は、閾値以下で動作させたときの自然放出光スペクトルが単峰的であって、発光効率の改善が期待される。n-InGa_{1-x}N第1の層は、第2の層から活性層成長における成長過程において成長温度変化を極力抑えるために、Inをわずかに混晶させている。したがって、その含有率は狭域に限定されるものではないが、活性層へのキャリア閉じ込め効果を高め、閾値を下げる点で、第1の層のInの含有率は、活性層における井戸層のInの含有率より小さいことが望ましい。

【0042】

実施の形態5

実施の形態5では、実施の形態1における第3の層が、第3の層よりもInの含有率が高い第4の層を有する構造について検討する。図12(a)は、半導体発光素子を共振器方向から見たときの断面図である。図12(b)は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、n型電極251、n-GaN基板252、n-GaN層253、n-AlGa_{1-x}Nクラッド層254、n-GaNガイド層255、n-InGa_{1-x}N第3の層256、n-InGa_{1-x}N第4の層250、n-InGa_{1-x}N第2の層257、n-InGa_{1-x}N第1の層258、n-InGa_{1-x}N活性層259、p-AlGa_{1-x}Nキャリアブロック層260、p-GaNガイド層261、p-AlGa_{1-x}Nクラッド層262、p-GaNコンタクト層263、絶縁層264およびp型電極265からなる。

【0043】

実施の形態 1 において第 2 の層は、基板や $n\text{-AlGaIn}$ クラッド層および $n\text{-GaIn}$ ガイド層から活性層にかかる歪みを緩和する役割も果たしており、実施の形態 5 における第 4 の層 250 はその効果を助長するものである。具体的には第 4 の層 250 の実質的なバンドギャップを E_{g4} とし、第 4 の層の In の含有率を $\text{In}(x)_4$ とするとき、

$$\text{In}(x)_3 < \text{In}(x)_4$$

かつ

$$\text{In}(x)_0 - 0.10 \leq \text{In}(x)_4 \leq \text{In}(x)_0 + 0.10$$

が望ましい。また、活性層の特性向上に効果が見られる条件は、

$$E_{g0} - 0.35 \text{ eV} \leq E_{g4}$$

であり、第 2 の層がレーザ光をほとんど吸収しない方がよいため、

$$E_{g0} - 0.05 \text{ eV} \leq E_{g4}$$

がより望ましい。

【0044】

このように製造された窒化物半導体発光素子は、実施の形態 1 に対して、閾値以下の動作で観測される自然放出光の半値全幅の狭化を促進するものである。なお、実施の形態 5 では第 4 の層 250 は単一量子井戸からなるが、多重量子井戸構造であったり、実質的なバンドギャップの異なる複数の層からなるものであってもよく、その場合にはそれぞれの層が、上記の E_{g4} と $\text{In}(x)_4$ の条件を満たしていればよい。

【0045】

実施の形態 6

実施の形態 6 では、実施の形態 1 における活性層と p 型キャリアブロック層との間に、 $p\text{-InGaIn}$ 第 5 の層を有する構造について検討する。図 13 (a) は、 $p\text{-InGaIn}$ 第 5 の層を有する半導体発光素子を、共振器方向から見たときの断面図である。図 13 (b) は、本構造における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。この発光素子は、 n 型電極 351、 $n\text{-GaIn}$ 基板 352、 $n\text{-GaIn}$ 層 353、 $n\text{-AlGaIn}$ クラッド層 354、 $n\text{-GaIn}$ ガイド層 355、 $n\text{-InGaIn}$ 第 3 の層 356、 $n\text{-InGaIn}$ 第 2 の層 357、 $n\text{-In}$

GaN第1の層358、n-InGaN活性層359、p-InGaN第5の層350、p-AlGaNキャリアブロック層360、p-GaNガイド層361、p-AlGaNクラッド層362、p-GaNコンタクト層363、絶縁層364およびp型電極365からなる。

【0046】

実施の形態1に従った構造では、活性層下部のガイド層はInとGaを主に含有する窒化物半導体からなり、活性層上部のガイド層はGaを主に含有する窒化物半導体からなるため、両者の屈折率が異なり、後者のガイド層の方が低屈折率になっている。このような非対称ガイド層によって、垂直方向の光分布は基板側に引っ張られる。光分布の中心が活性層位置からずれると、活性層の光閉じ込め係数が小さくなるため、発振閾値が上昇する。このため、活性層上に活性層に隣接して、InとGaとを主に含有する窒化物半導体からなる第5の層を設けると、活性層を垂直方向の光分布中心に近づけることが可能になり、閾値を低減できる点で望ましい。

【0047】

第5の層はホールの移動度を高くする方がよく、Mgなどのp型不純物を添加すると効果的である。また、第5の層は、n型あるいはノンドープ層であっても効果は期待できる。一方、p型キャリアブロック層成長後に、基板温度を下げ、InとGaを含有するp型窒化物層を設けたところ、閾値以下で動作させたときの自然放出光の半値全幅が広がったり、単峰的なスペクトルにならず、閾値が上昇した。活性層成長後の温度履歴により、活性層にInの偏析が生じたためと思われる。

【0048】

【実施例】

実施例1

本実施例では、図1に示すような窒化物半導体発光素子を製造した。まず、MOCVD装置にn-GaN基板2をセットし、V族原料のNH₃とIII族原料のTMGaを用いて550℃の成長温度で、GaNバッファ層を25nm成長した。つぎに、1075℃の成長温度で、原料にSiH₄を加え、n-GaN層3

(Si 不純物濃度 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$) を $3 \mu\text{m}$ 形成した。続いて、III 族原料の TMAI を用いて、厚さ $1.5 \mu\text{m}$ の $n\text{-Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ クラッド層 4 (Si 不純物濃度 $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$) を成長し、続いて $n\text{-Ga}\text{N}$ ガイド層 5 を $0.05 \mu\text{m}$ 成長した。

【0049】

その後、基板温度を 725°C に下げ、 $n\text{-In}_{0.02}\text{Ga}_{0.98}\text{N}$ 第 3 の層 6 (ノンドープ) を 8 nm 成長し、ほぼ温度一定のまま、 $n\text{-In}_{0.14}\text{Ga}_{0.86}\text{N}$ 第 2 の層 7 (ノンドープ) を 4 nm 成長し、 $n\text{-In}_{0.02}\text{Ga}_{0.98}\text{N}$ 第 1 の層 8 (ノンドープ) を 46 nm 成長した。第 2 の層の成長後、あるいは第 3 の層から第 1 の層において数 nm 程度の間隔で 1 秒以上 180 秒以内の成長中断を行なっても良い。これにより、各層の平坦性が向上し、発光半値幅が減少する。第 3 の層 6、第 2 の層 7、第 1 の層 8 はそれぞれ、Si を不純物濃度 $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ から $1 \times 10^{22}/\text{cm}^3$ 程度の範囲で添加してあってもよい。

【0050】

その後、厚さ 4 nm の $\text{In}_{0.15}\text{Ga}_{0.85}\text{N}$ 井戸層と、厚さ 8 nm の $\text{In}_{0.02}\text{Ga}_{0.98}\text{N}$ 障壁層より構成される、3 周期の活性層 (多重量子井戸構造) 9 を井戸層/障壁層/井戸層/障壁層/井戸層/障壁層の順序で成長した。障壁層と井戸層、または井戸層と障壁層との間に 1 秒以上 180 秒以内の成長中断を行なっても良い。これにより各層の平坦性が向上し、発光半値幅が減少する。

【0051】

つぎに、基板温度を再び 1050°C まで昇温して、厚さ 18 nm の $p\text{-Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{N}$ キャリアブロック層 10、厚さ $0.1 \mu\text{m}$ の $p\text{-Ga}\text{N}$ ガイド層 11 を成長した。p 型不純物として、Mg を $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3 \sim 2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ で添加した。続いて、基板温度 1050°C のまま、厚さ $0.5 \mu\text{m}$ の $p\text{-Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ クラッド層 12、厚さ $0.1 \mu\text{m}$ の $p\text{-Ga}\text{N}$ コンタクト層 13 を成長した。p 型不純物として、Mg を $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3 \sim 2 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ で添加した。各層を構成する元素およびドーパ元素の各原料に、TMGa、TMAI、TMIn、 NH_3 、 Cp_2Mg 、 SiH_4 を用いた。

【0052】

p-GaNコンタクト層13形成後、ドライエッチングによりリッジ構造を形成し、絶縁層14上面にPd/Mo/Auからなるp型電極15を形成した。絶縁層には、SiO₂を用いたが、ZrO₂、SiO、Ta₂O₅、TiO₂、Al₂O₃などから選ばれた層、またはこれらの混合物を用いてもよい。また、AlGaNなどの半導体であっても屈折率を調整するために用いることができる。その後、GaN基板2の裏面側から研磨もしくはエッチングにより基板の一部を除去し、ウェハの厚さを100 μm～200 μm程度までに薄く調製した。これは、後の工程でウェハを分割し、個々のレーザチップにするのを容易にするための工程である。特に、レーザ端面ミラーも分割時に形成する場合には、80 μm～150 μm程度に薄く調製することが望ましい。本実施例においては、研削機および研磨機を用いてウェハの厚さを120 μm程度に調製したが、研磨機のみで調製してもよい。ウェハの裏面は、研磨機により磨き、平坦にした。

【0053】

研磨後、GaN基板2の裏面に薄い金属膜を蒸着し、n型電極1を得た。n型電極1は、基板側からHf/Al/Mo/Pt/Auの層構造よりなるものとした。このような薄い金属膜を膜厚の制御性よく形成するには真空蒸着法が適しており、本実施例においても真空蒸着法を用いた。ただし、イオンプレーティング法やスパッタ法などの他の手法を用いても良いことは言うまでもない。p、n型電極の特性の向上のため、金属膜形成後、500℃でアニールを行ない、良好なオーミック電極を得た。なお、アニールは、p型電極の形成後およびn型電極の形成後にそれぞれ行なってもよく、また、n型電極におけるHf/Al形成後に行なった後、Mo/Pt/Auを形成してもよい。

【0054】

このようにして製造された半導体発光素子を下記の方法で分割した。まず、表面からダイヤモンドポイントでスクライブラインを入れ、ウェハに適宜、力を入れて、スクライブラインに沿ってウェハを分割した。スクライブラインは裏面から入れてもよく、また、他の手法としては、ワイヤソーもしくは薄板ブレードを用いて傷入れもしくは切断を行なうダイシング法、エキシマレーザなどのレーザ光の照射加熱とその後の急冷により照射部にクラックを生じさせ、これをスクラ

イブラインとするレーザスクライビング法、高エネルギー密度のレーザ光を照射し、この部分を蒸発させて、溝入れ加工を行なうレーザアブレーション法などを用いても同様にチップに分割可能である。

【0055】

分割後、ファブリペロー共振器をなす端面に誘電体の多層膜を設けて、反射率を変えた。このような反射膜はシステムに応じて形成されるものであり、一概に定まるものではないが、一般的に後面は80%以上の後反射膜が望ましい。特に、後面のさらに後ろに光出力を検出する受光素子が設けられていない場合には、90%以上の反射膜を設けるとよい。これにより半導体発光素子内の光子密度が向上するため発振閾値が低下する。このような高反射膜は、低屈折率と高屈折率の材質を交互に $4/\lambda$ の層厚で形成すればよく、 SiO_2 、 TiO_2 、 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 などが用いられている。

【0056】

ところで、外部微分効率を上げるために出射面側の端面の反射率を落としても良い。しかしながら、高反射膜と比較して波長分散の少ない低反射膜を設計することは難しく、特に405nm近辺の波長においては、上述の誘電体に SiO や TiO_2 と ZrO_2 の混合体などを加えた少なくとも3つ以上の材質からなる多層膜を設けることで設計が容易になる。一方で、低出力の雑音特性に注目すれば、劈界面からなる端面の反射率を22%程度若干高くすることも有益であって、50%以下の前面反射膜を設けるとよい。

【0057】

つぎに、ダイボンディング法により、レーザチップをヒートシンク上にマウントし、半導体レーザ装置を得た。チップは、n型電極側を接合面にするジャンクアップで強固に接着した。ここでいうヒートシンクはステムなどのことである。なお、p型電極側を接合面とするジャンクションダウンであってもよく、その場合には、p型電極構造が $\text{Pd}/\text{Mo}/\text{Pt}/\text{Au}$ であったり、 $\text{Pd}/\text{Mo}/\text{Ni}/\text{Au}$ などであるとよい。

【0058】

このように製造された窒化物半導体発光素子の諸特性を調べた。窒化物半導体

発光素子の共振器長は $500\mu\text{m}$ 、ストライプ幅 $1.5\mu\text{m}$ とした。室温 25°C において閾値 33mA で連続発振し、発振波長 $405\pm 5\text{nm}$ であった。閾値以下で本素子を動作させ、図2のように自然放出光のスペクトルを観測した。自然放出光の半値全幅を調べたところ 13.5nm であり、 440nm 以上ではほとんど発光が無かった。

【0059】

比較例 1

実施例1における第2の層のみを無くした以外は実施例1と同様にして窒化物半導体発光素子を製造し、諸特性を調べた。その結果、室温 25°C において閾値 42mA で連続発振し、発振波長は $405\pm 5\text{nm}$ であった。閾値以下で、本素子を動作させ、図4に示すような自然放出光のスペクトルを観測した。自然放出光の半値全幅を調べたところ 17.5nm であり、発光強度が低下した。発振閾値の上昇は活性層の結晶性の低下、あるいは歪みの変化と考えられた。

【0060】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0061】

【発明の効果】

本発明によれば、レーザの中心波長における発光効率を改善することで、発振閾値の低減および歩留りの改善を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1における窒化物半導体発光素子を示す図であり、(a)は共振器方向から見たときの断面図であり、(b)は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図2】 本発明の実施例1における窒化物半導体発光素子の自然放出光のスペクトルを示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態1における第2の層のInの含有率を変更し

た場合の自然放出光の半値全幅の変化を示す図である。

【図 4】 比較例 1 における窒化物半導体発光素子の自然放出光のスペクトルを示す図である。

【図 5】 成長温度の変化が 8 0℃より高い場合の窒化物半導体発光素子の自然放出光（スペクトル）を示す図である。

【図 6】 本発明の実施の形態 2 における各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 3 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 4 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 9】 本発明の実施の形態 4 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 1 0】 本発明の実施の形態 4 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 1 1】 本発明の実施の形態 4 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 1 2】 本発明の実施の形態 5 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

【図 1 3】 本発明の実施の形態 6 における窒化物半導体発光素子を示す図であり、（a）は共振器方向から見たときの断面図であり、（b）は各層のエネルギーレベルを示す模式図である。

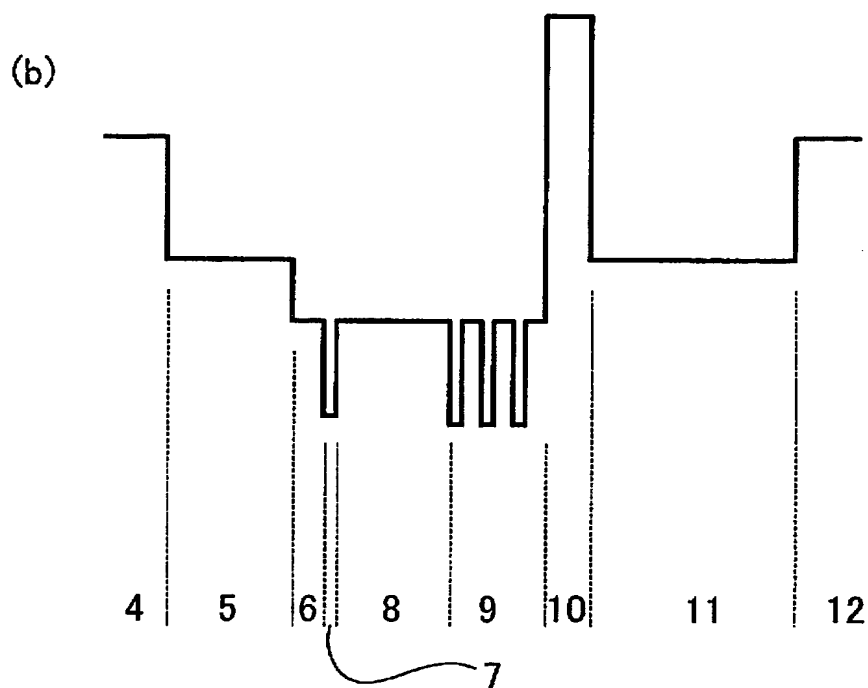
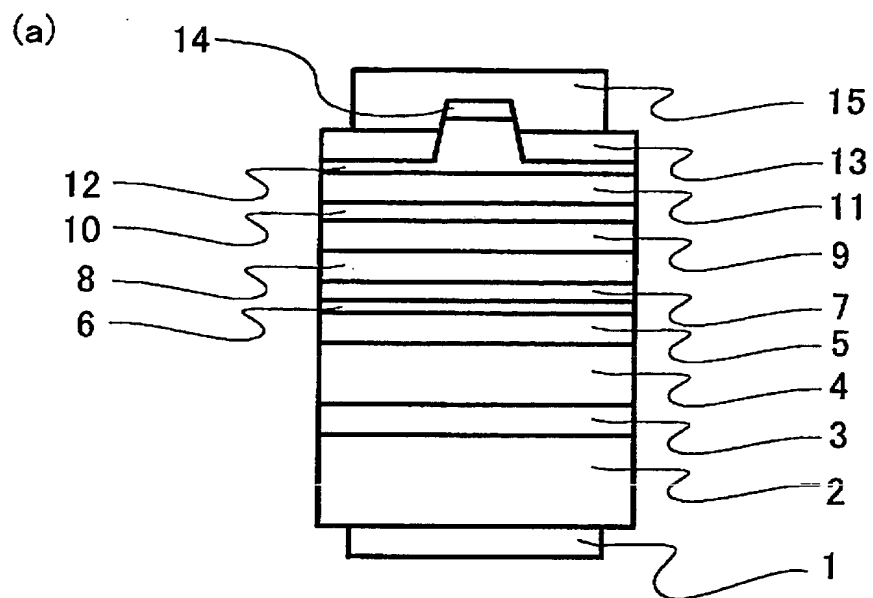
【図 1 4】 従来の窒化物半導体発光素子の断面図である。

【符号の説明】

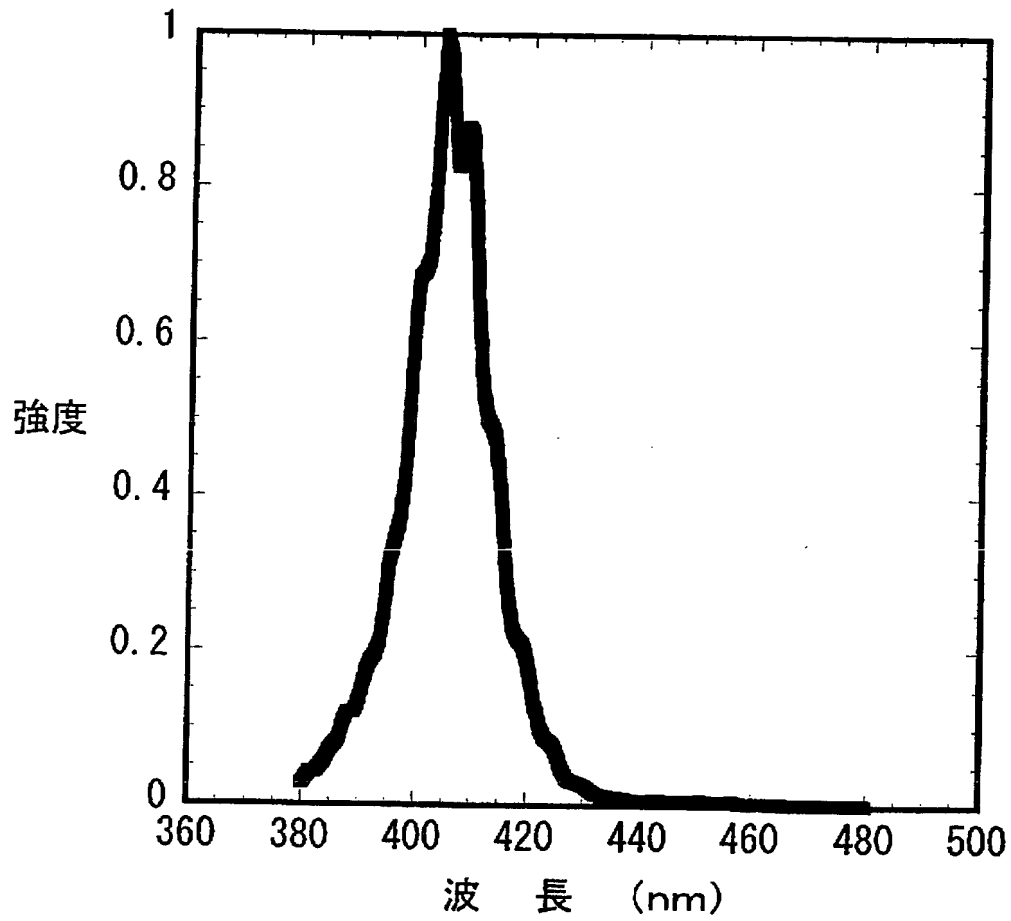
1 n型電極、2 n-GaN基板、3 n-GaN層、4 n-AlGaNクラッド層、5 n-GaNガイド層、6 n-InGaN第3の層、7 n-InGaN第2の層、8 n-InGaN第1の層、9 n-InGaN活性層、10 p-AlGaNキャリアブロック層、11 p-GaNガイド層、12 p-AlGaNクラッド層、13 p-GaNコンタクト層、14 絶縁層、15 p型電極、250 n-InGaN第4の層、350 p-InGaN第5の層。

【書類名】 図面

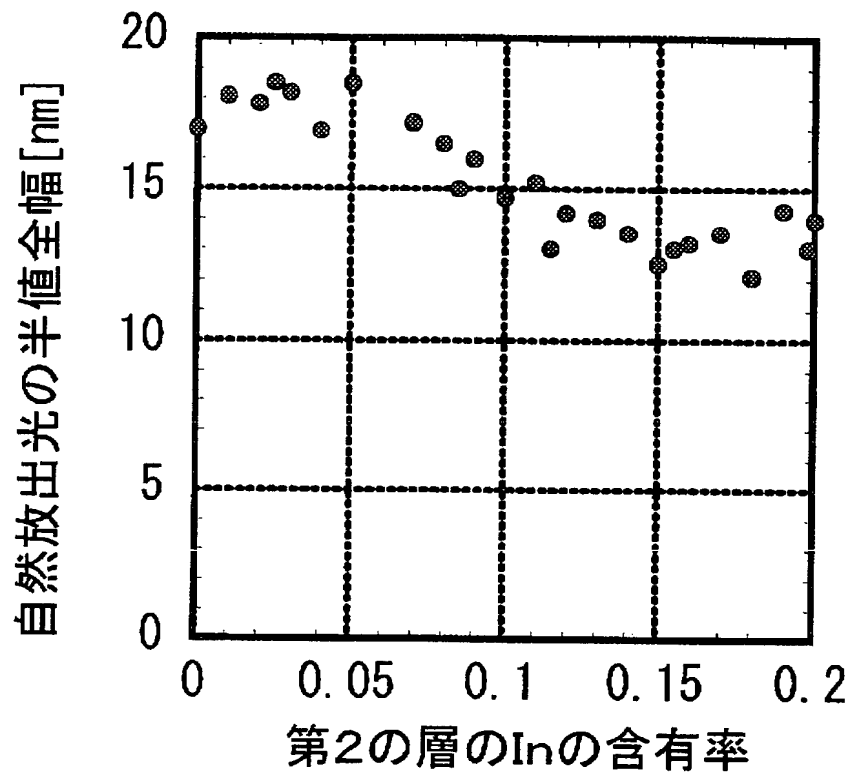
【図 1】



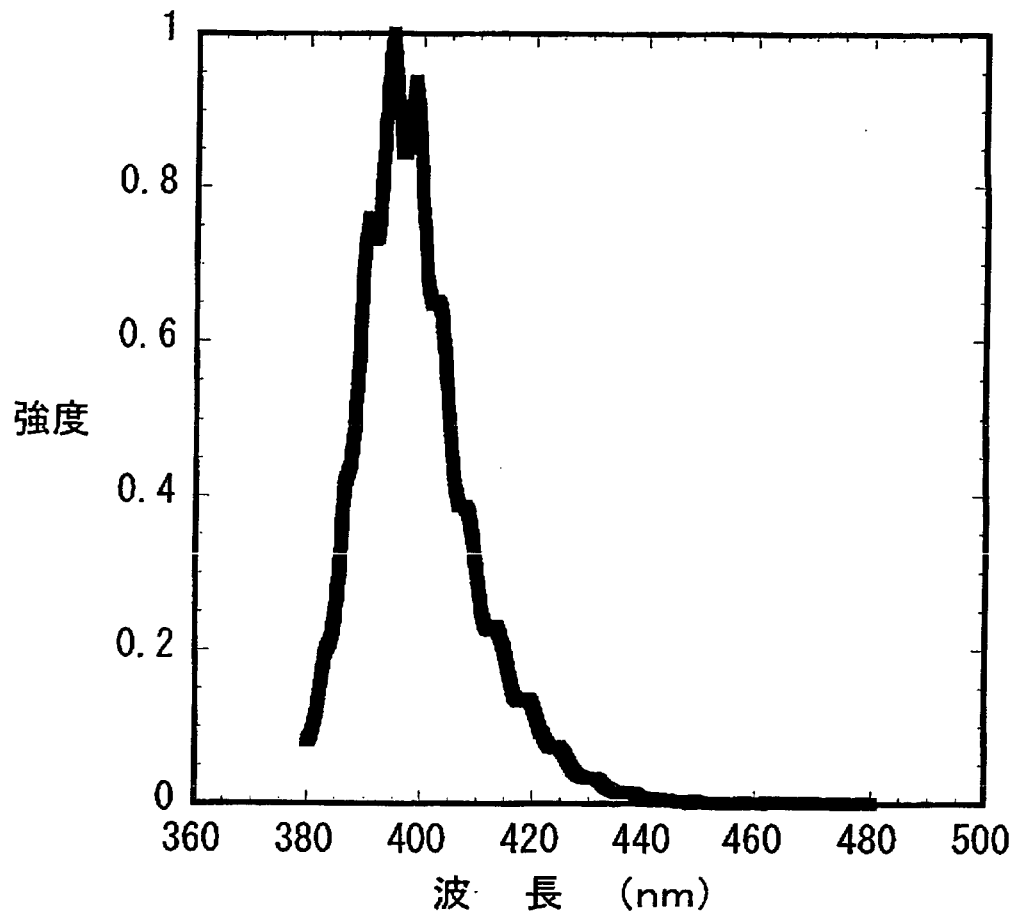
【図 2】



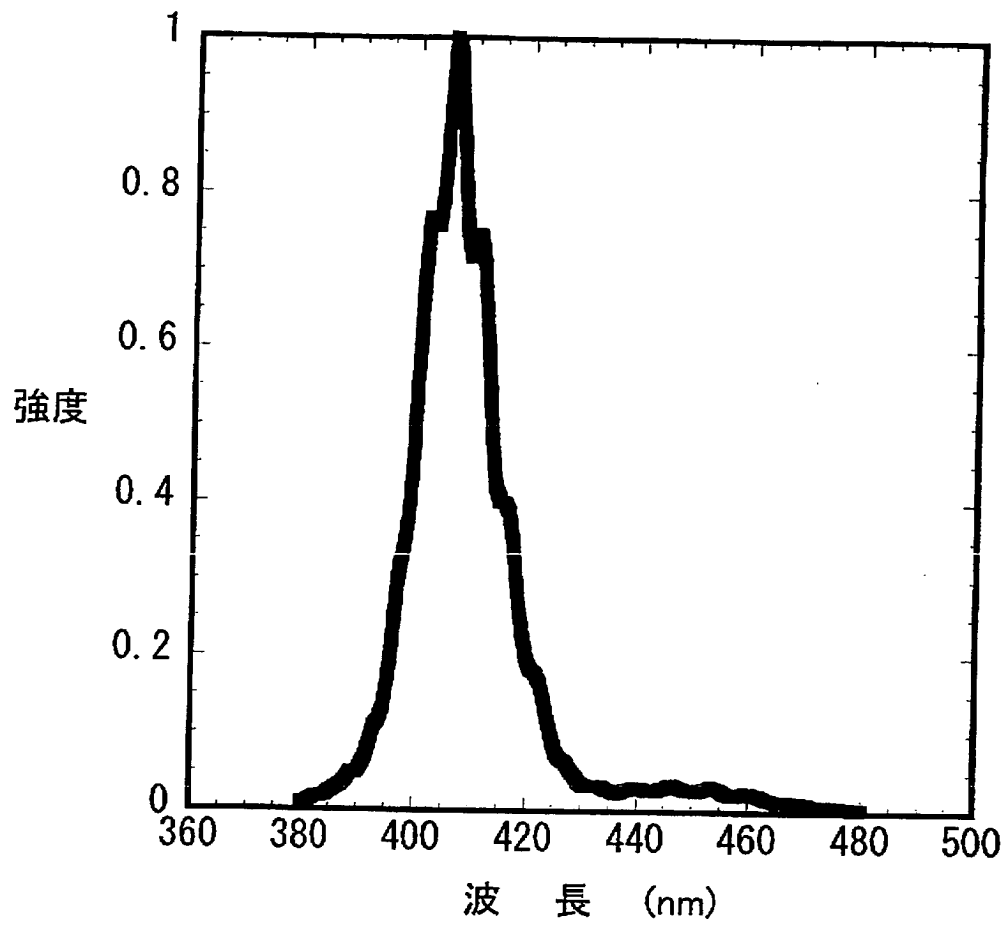
【図 3】



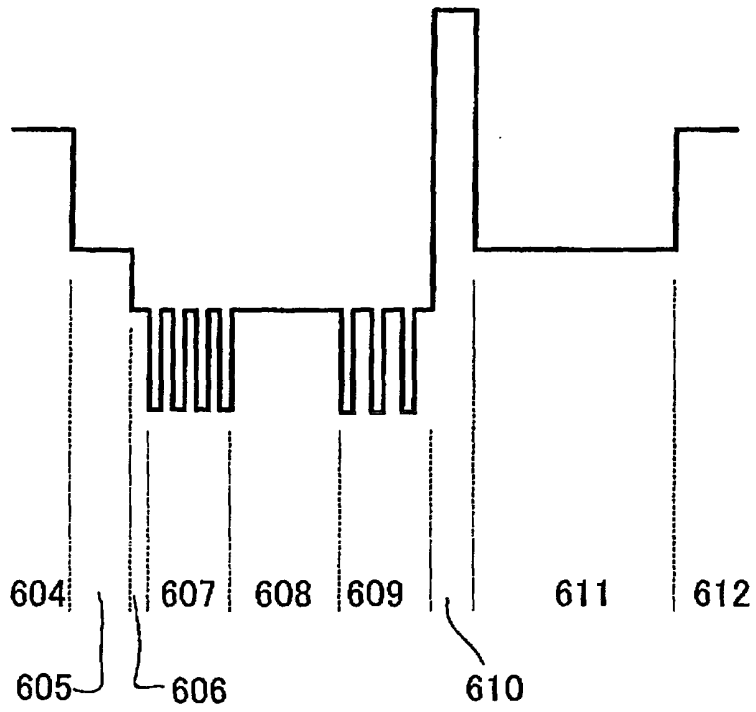
【図 4】



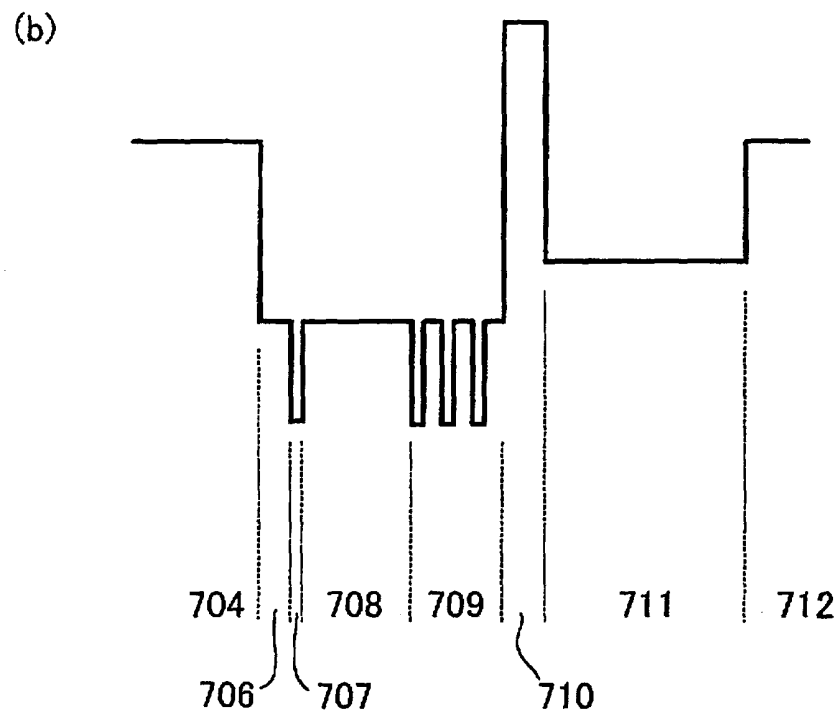
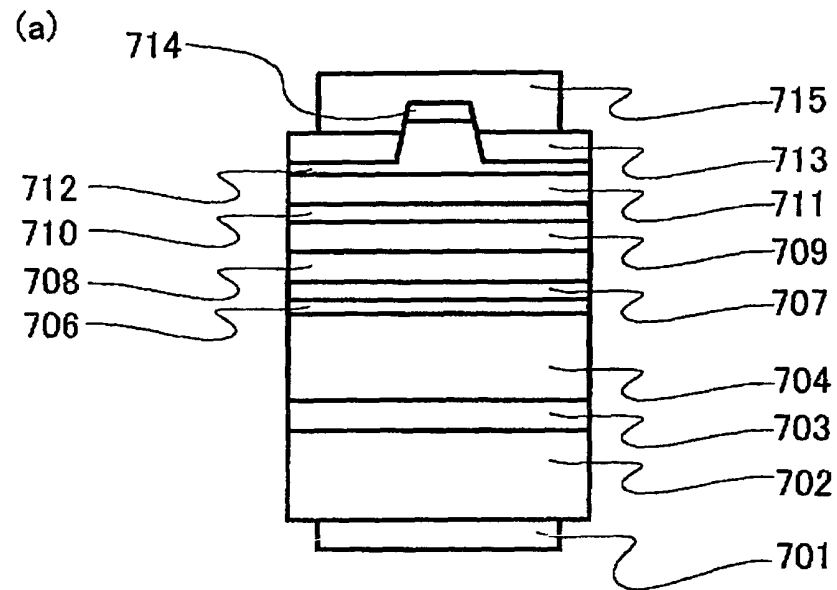
【図 5】



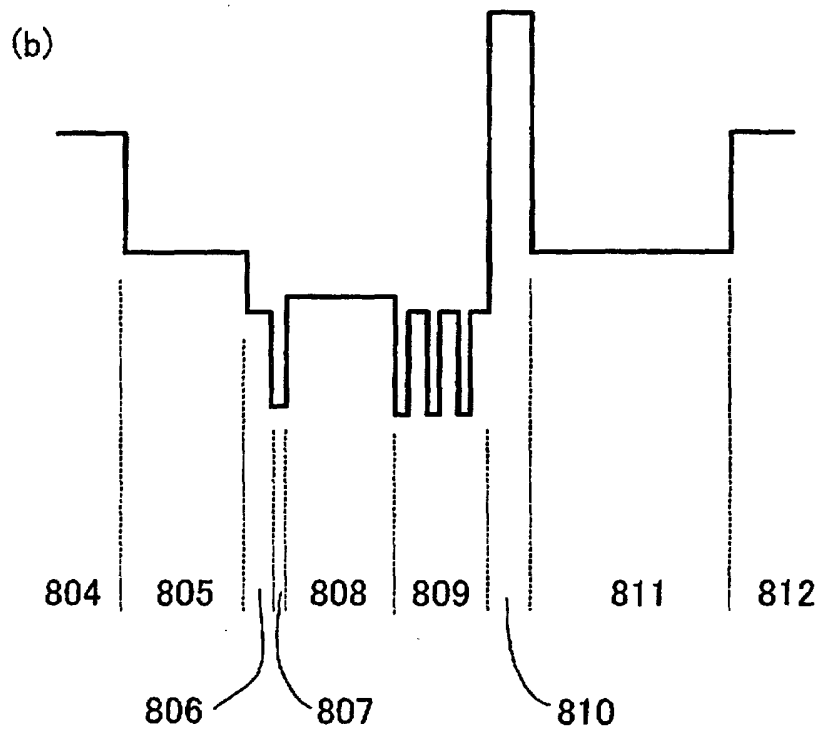
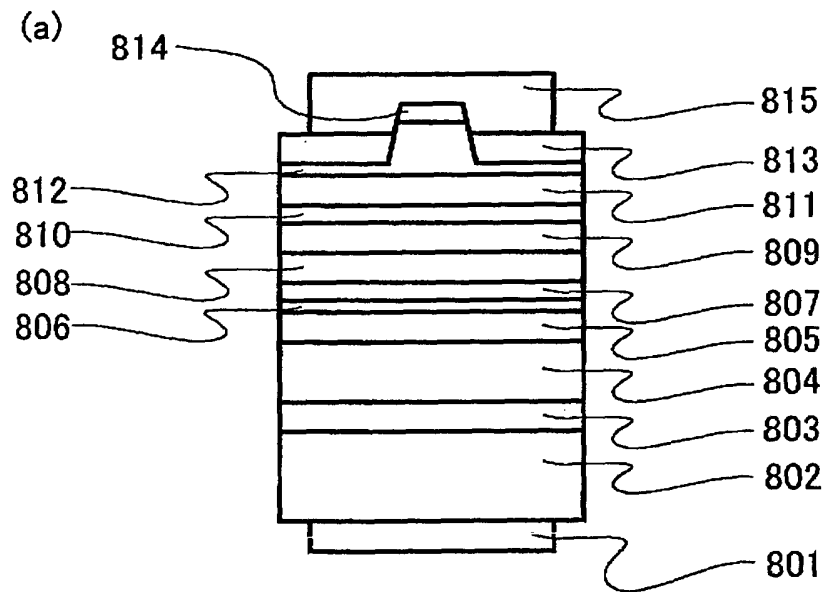
【図 6】



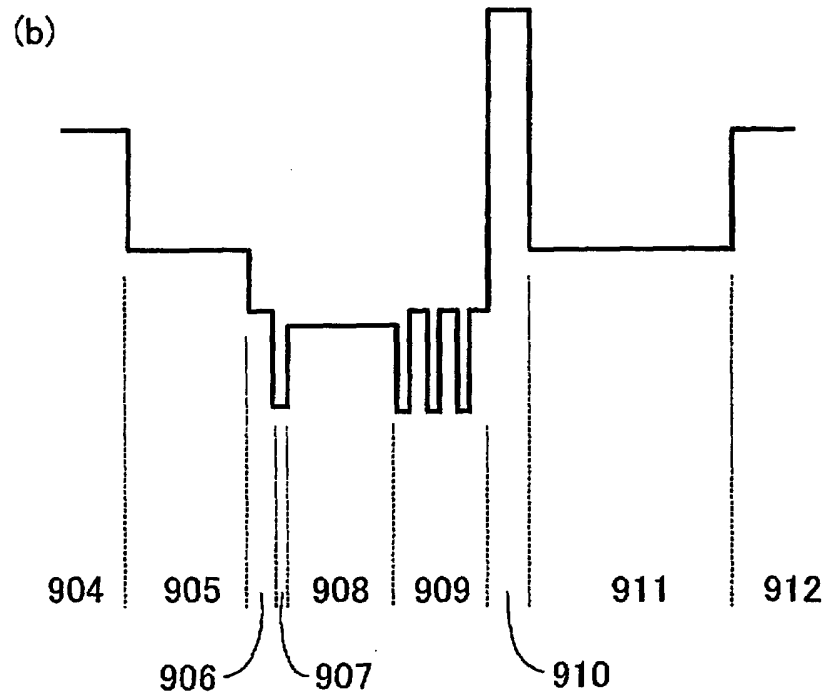
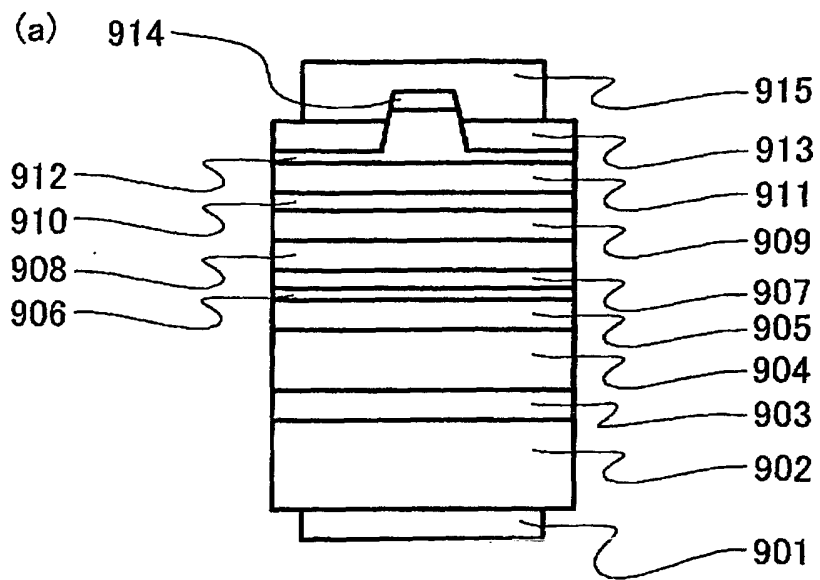
【図 7】



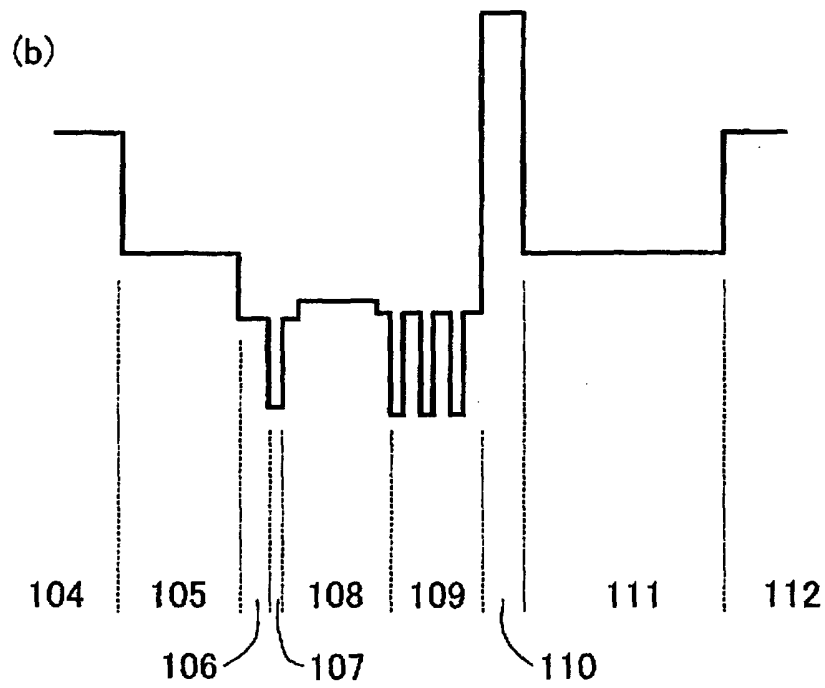
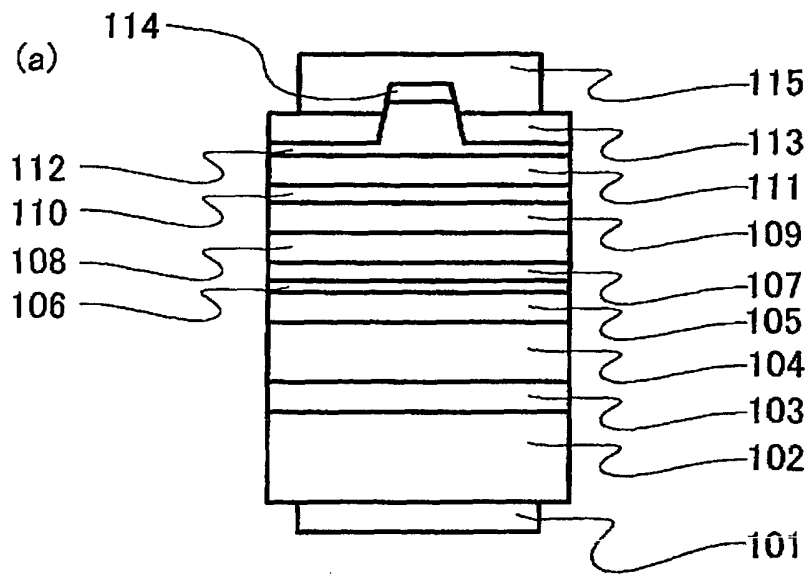
【図 8】



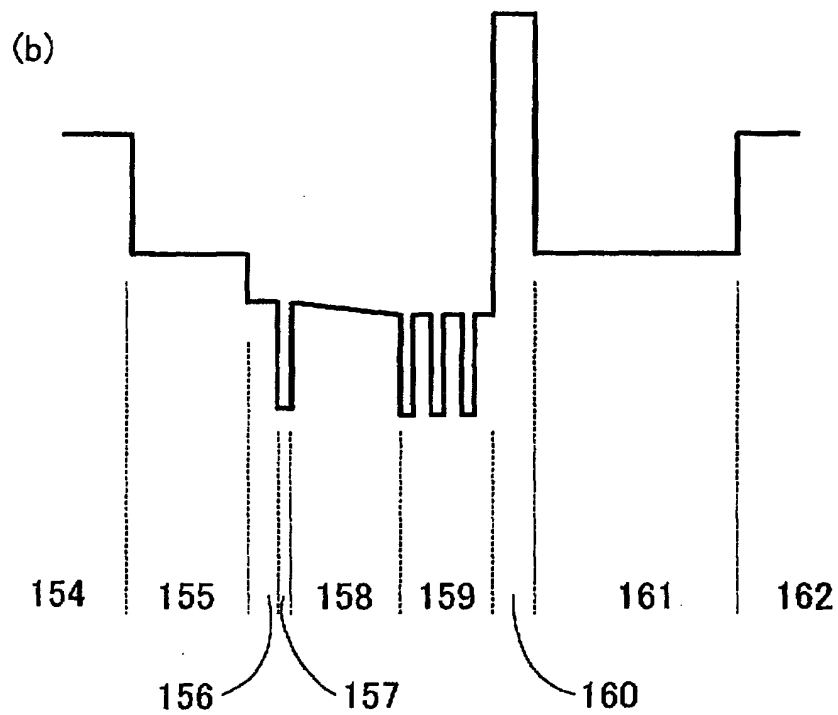
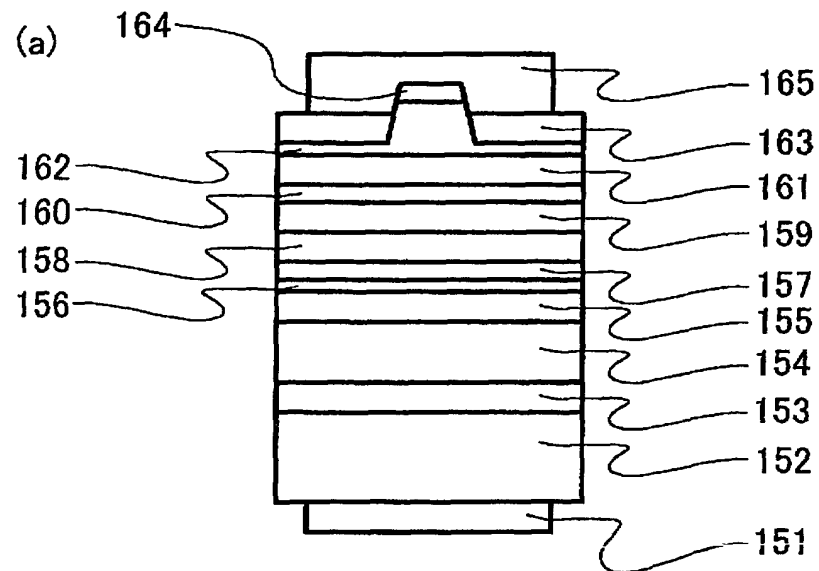
【図 9】



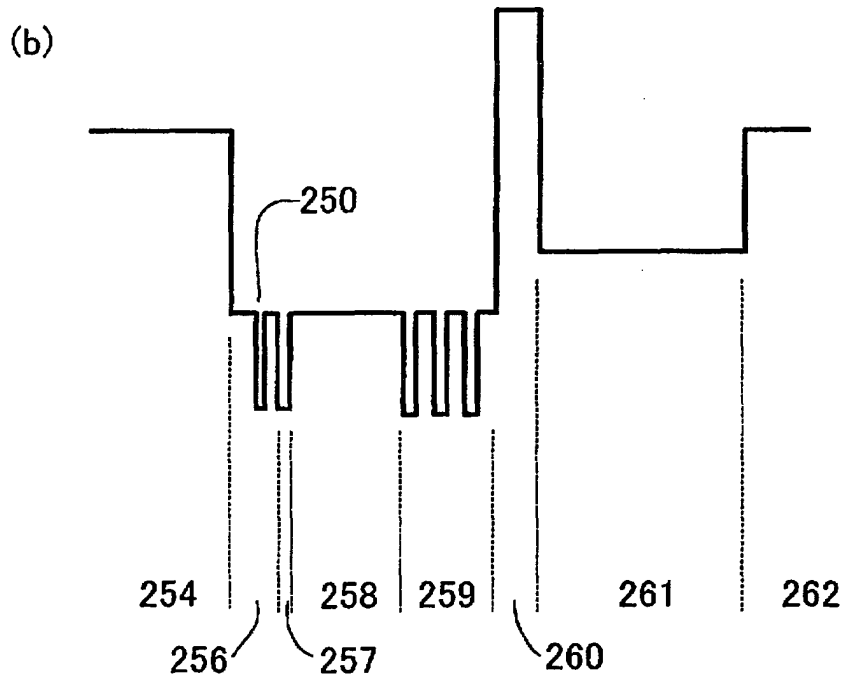
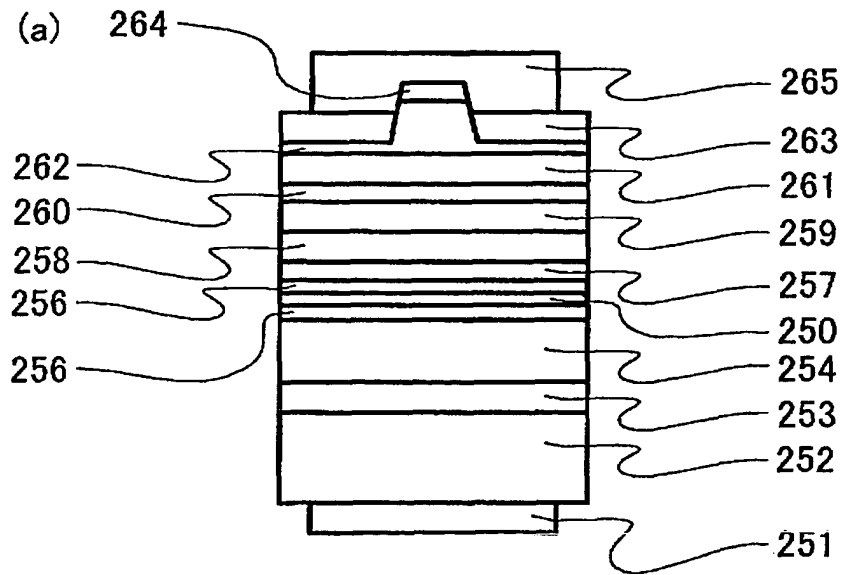
【図 10】



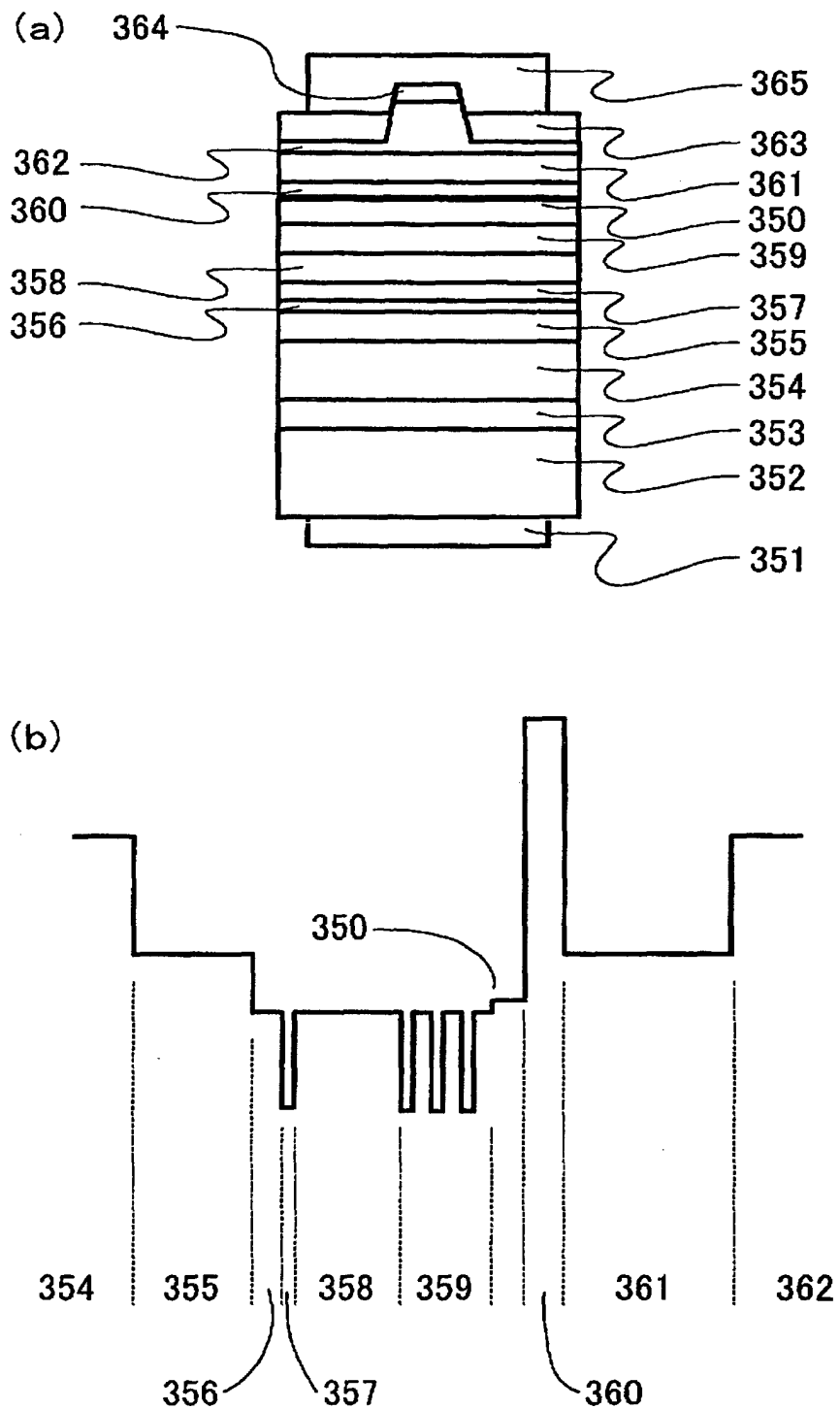
【図 11】



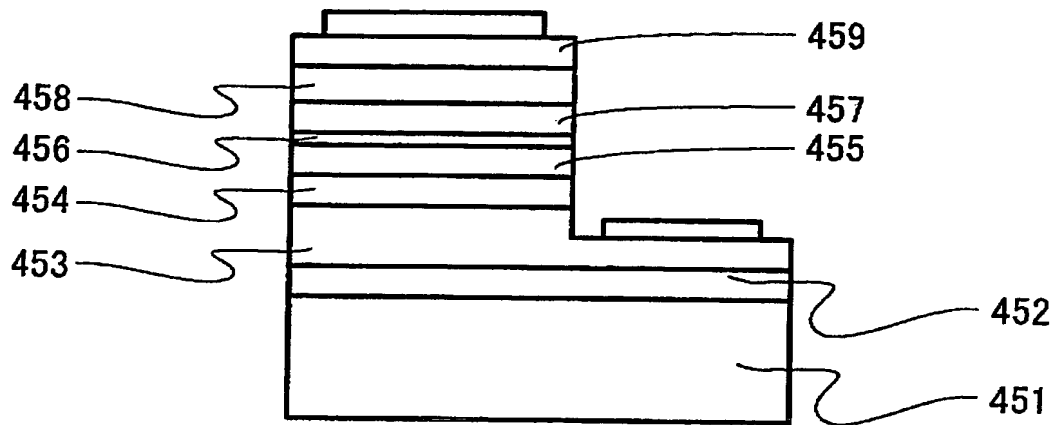
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザの中心波長における発光効率を改善することで、発振閾値の低減および歩留りの改善を図る。

【解決手段】 本発明の窒化物半導体発光素子は、Al と Ga とを含有する窒化物半導体からなる下部クラッド層と、In と Ga とを主に含有する窒化物半導体からなる下部ガイド層と、In と Ga とを主に含有する窒化物半導体を含む活性層とを基板上に順次設け、下部ガイド層が、活性層から順に第 1 の層と、第 1 の層よりも In の含有率が高い第 2 の層とを有することを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 3 6 5 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社